

ROBOT BERODA PENCARI BONEKA

Adisa Memor¹⁾, Ferry A.V. Toar²⁾, Antonius F.L. Tobing²⁾
E-mail: adi_me450@yahoo.co.id, toar@mail.wima.ac.id, anton@mail.wima.ac.id

ABSTRAK

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang paling menakutkan bagi manusia, karena selain mengancam nyawa orang yang terjebak di dalamnya, tetapi juga membahayakan nyawa sang penyelamat. Atas dasar itulah, maka dikembangkan suatu teknologi robot pencari boneka yang diharapkan dapat menjadi awal bagi pengembangan aplikasi penyelamatan manusia di masa yang akan datang.

"Robot Beroda Pencari Boneka" merupakan sebuah robot yang digerakkan dengan menggunakan 2 buah motor servo dan dilengkapi dengan sensor jarak ultrasonik, sensor jarak infra merah, dan sensor kompas supaya robot mampu bernavigasi menyusuri lorong-lorong dan mencari boneka. Robot tersebut memiliki kemampuan untuk mencari boneka yang diletakkan di dalam salah satu ruangan dari 4 ruangan yang ada pada lapangan.

Konstruksi mekanik robot dibuat dari bahan aluminium dan akrilik. Sistem elektronika yang dipasang pada robot dikontrol dengan menggunakan sebuah mikrokontroler AVR ATmega32. Sensor-sensor yang dipasang pada robot adalah sensor jarak ultrasonik dan sensor jarak infra merah, untuk mengukur jarak obyek-obyek di sekitar robot, sensor kompas berfungsi untuk mengetahui arah orientasi robot di lapangan, sensor garis putih yang digunakan untuk mendeteksi garis putih yang ditempel di lapangan, dan sensor suhu Thermopile Array (TPA) untuk mendeteksi ada atau tidaknya boneka di ruangan. Robot mampu menemukan boneka pada keempat ruangan dan kembali lagi ke HOME.

Kata kunci : robot, boneka, sensor jarak, sensor kompas

PENDAHULUAN

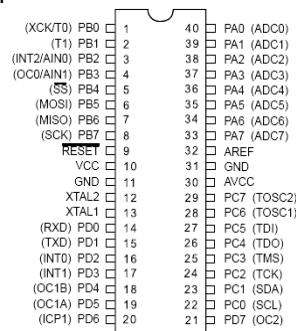
Kebakaran merupakan salah satu bencana yang paling menakutkan bagi masyarakat dunia, dan seringkali memakan banyak korban jiwa. Atas dasar itulah, maka dikembangkan suatu teknologi robot pencari boneka yang diharapkan dapat menjadi pengembangan awal bagi aplikasi penyelamatan manusia ke depan. Hal tersebut juga mengilhami terselenggaranya lomba robotika Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI) yang bertema "Robot Cerdas Pemadam Api dan Penyelamat Bayi" di mana robot beroda pencari boneka ini ikut berpartisipasi di dalamnya.

Tujuan yang hendak dicapai dalam pembuatan robot ini adalah membuat robot beroda yang dapat mencari dan menemukan posisi boneka dalam suatu lingkungan yang berkonfigurasi tetap dan sudah dikenal oleh robot, kemudian menyelesaikan tugasnya dengan menjatuhkan *beeper* di sekitar boneka sesuai dengan aturan main dalam lomba KRCI 2008.

TINJAUAN PUSTAKA

Teori yang digunakan dalam proses pembuatan robot meliputi dasar teori tentang mikrokontroler AVR ATmega32 dan ATmega 8535, sensor kompas, sensor jarak ultrasonik, motor servo, motor DC, aki kering, fotodiode, dan sensor suhu Thermopile Array (TPA).

AVR ATmega32 adalah sebuah mikrokontroler dengan 32 Kbyte in-system programmable flash dan 2 Kbyte internal SRAM. Mikrokontroler ini mempunyai ketahanan hapus-tulis sebanyak 10.000 kali. Konfigurasi *pin-pin* pada AVR ATmega32 disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi Pin ATmega32^[1]

Penjelasan mengenai fungsi masing-masing I/O adalah sebagai berikut:

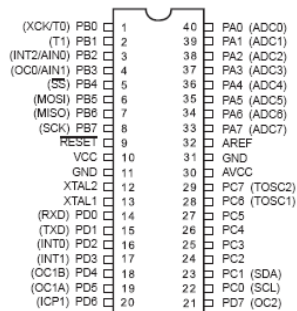
- **PORT A** (*pin* nomor 33-40), mempunyai fungsi alternatif sebagai jalur *input* 8 kanal Analog-Digital Converter (ADC). ADC mengkonversi tegangan *input* analog menjadi 10-bit data digital.
- **PORT B** (*pin* nomor 1-8) merupakan *port* I/O yang memiliki fungsi-fungsi alternatif sebagai berikut:
 - a. Jalur *output* Pulse Width Modulation (PWM) yang menggunakan Timer 0 (OC0) yaitu pada PORTB.3;

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

- b. Jalur *input* interupsi eksternal kedua (*INT2*) yaitu pada *PORTB.2*;
- c. Jalur *input* eksternal untuk *Counter 0* dan *Counter 1* (*T0* dan *T1*) yaitu pada *PORTB.0* dan *PORTB.1*.
- *PORT C* (pin nomor 22-29). Fungsi alternatif pada *PORT C* di antaranya adalah sebagai jalur koneksi *I2C*, yaitu *SDA* pada pin *PORTC.1* dan *SCL* pada pin *PORTC.0*.
- *PORT D* (pin nomor 14-21) memiliki beberapa fungsi alternatif, yaitu:
 - a. Jalur *output PWM* yang menggunakan *Timer 2* (*OC2*) yaitu pada *PORTD.7*;
 - b. Jalur *output PWM* yang menggunakan *Timer 1* (*OC1A* dan *OC1B*) yaitu pada *PORTD.5* dan *PORTD.4*;
 - c. Jalur *input* untuk interupsi eksternal (*INT0* dan *INT1*) yaitu pada *PORTD.2* dan *PORTD.3*.

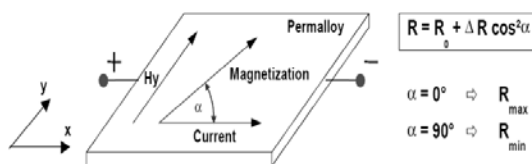
Mikrokontroler AVR *ATmega8535* adalah sebuah mikrokontroler dengan 8 *Kbyte in-system programmable flash* dan 512 *byte internal SRAM*. Konfigurasi *pin-pin* pada AVR *ATmega8535* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi Pin *ATmega8535*^[2]

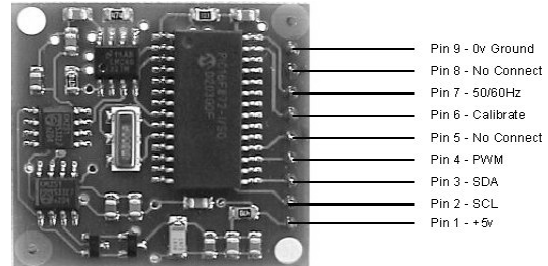
Sensor kompas adalah sensor yang mampu mendeteksi arah secara horisontal terhadap medan magnet bumi. Sensor ini memanfaatkan efek *magnetoresistive* untuk mengetahui arah medan magnet yang melewati sensor. Efek *magnetoresistive* adalah perubahan nilai hambatan pada suatu penghantar akibat dari perubahan arah medan magnet yang melewatinya. Salah satu bahan yang bersifat *magnetoresistive* adalah *permalloy* (campuran dari 19% besi dan 81% nikel).

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa arah medan magnet bumi yang terukur pada sensor



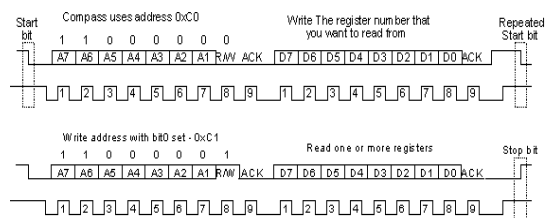
Gambar 3. *Magnetoresistive* pada *permalloy*^[3]

dapat diukur dari perubahan nilai resistansi yang terukur pada penghantar. Arah medan magnet yang mampu mendeteksi lokasi yang hanya berada pada rentang 0° sampai dengan 90°. Oleh karena itu untuk mengukur sudut medan magnet dalam rentang 0° sampai dengan 360°, maka dibutuhkan 4 buah penghantar *permalloy*. Gambar 4 berikut ini adalah gambar sensor kompas dan koneksi *pin*-nya:



Gambar 4. Sensor Kompas *CMPS03*^[3]

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa terdapat 2 model pembacaan sudut dengan sensor kompas ini, yaitu melalui *pin PWM* atau *pin SDA* dan *SCL* (*I2C interface*). Untuk pembacaan sudut melalui jalur *I2C*, perlu dikirimkan sinyal-sinyal tertentu sebagai tanda untuk memulai pembacaan data. Sinyal-sinyal tersebut disajikan pada Gambar 5. Untuk memulai pembacaan sudut, pertama-tama dikirim data 0xC0, kemudian diikuti dengan nomor *register* yang akan dibaca. Untuk membaca data sudut dalam 2 *byte*, *register* yang dibaca adalah *register 2* dan *register 3*. Nomor *register* dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 5. Sinyal *I2C*^[3]

Tabel 1. Nomor *Register* Pada Modul Kompas^[3]

Register	Fungsi
0	Menunjukkan nomor revisi dari <i>software</i>
1	Menunjukkan arah kompas sebagai sebuah <i>byte</i> , yaitu nilai 0-255 yang menunjukkan sudut 0-359.9 derajat
2,3	Menunjukkan arah kompas sebagai sebuah <i>word</i> , yaitu nilai 0-3599 yang menunjukkan sudut 0-359.9 derajat
4 – 11	Berfungsi dalam proses tes internal
12, 13, 14	Tidak dipakai
15	Sebagai <i>register</i> perintah kalibrasi, dengan memasukkan nilai 255 ke dalam <i>register</i> ini maka akan dimulai proses kalibrasi

Sensor jarak ultrasonik adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jarak suatu obyek terhadap sensor. Cara kerjanya adalah dengan mengirimkan suatu gelombang ultrasonik (gelombang suara dengan frekuensi di atas 20KHz) dan kemudian mengukur selang waktu antara saat gelombang dikirimkan dengan saat gelombang diterima kembali. Dari selang waktu tersebut dapat ditentukan jarak obyek, yaitu dengan mengalikan kecepatan suara dengan selang waktu. Persamaannya adalah:

$$d = \frac{1}{2} v \cdot t \quad (1)$$

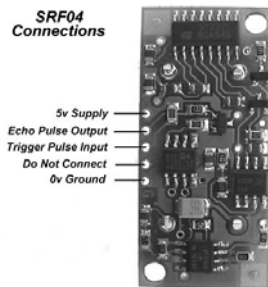
dengan:

d = jarak obyek

v = kecepatan rambatan gelombang suara

t = selang waktu yang terukur

Salah satu sensor ultrasonik yang umumnya dipakai adalah *devantech SRF04*. Gambar konfigurasi *pin-pin* pada *devantech SRF04* disajikan pada Gambar 6 di bawah ini.

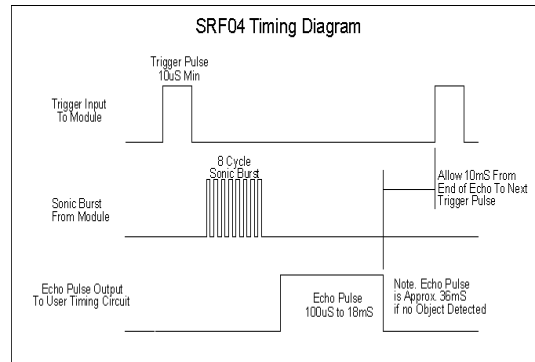


Gambar 6. Konfigurasi Pin Devantech SRF04^[5]

Seperti yang terlihat pada Gambar 6 di atas, terdapat 5 *pin* pada *Devantech SRF04*. Untuk memulai pengukuran jarak obyek, pertama-tama pada *pin trigger* dikirimkan sinyal pulsa dengan lebar *high-level* minimal 10 us. Setelah itu, sensor akan mengeluarkan gelombang ultrasonik dan kemudian menunggu gelombang pantulnya. Selang waktu antara saat gelombang dikirimkan dengan saat diterima kembali direpresentasikan dalam bentuk lebar pulsa pada *pin Echo*, yang dapat dilihat pada *timing diagram* pada Gambar 7 berikut. Selanjutnya dari selang waktu tersebut dapat dihitung jarak sensor terhadap obyek^[4].

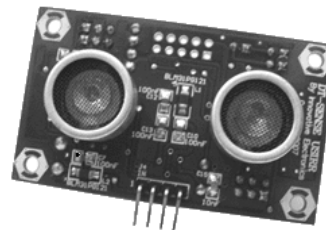
DT-SENSE Ultrasonic and Infrared Ranger

Sensor ultrasonik ini memiliki karakteristik yang hampir sama dengan *Devantech SRF04*, perbedaannya terletak pada konfigurasi *pin* dan *timing diagram*-nya. Jika pada *Devantech SRF04* terdapat 5 *pin*, pada



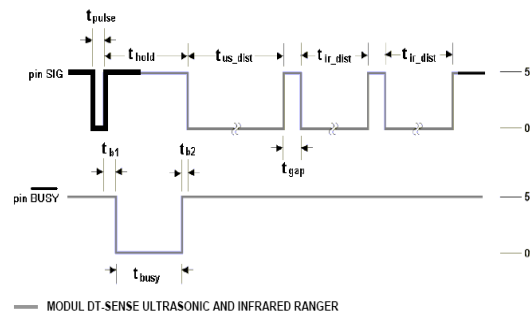
Gambar 7. Timing Diagram Devantech SRF04

DT-Sense hanya terdapat 4 *pin*. Selain itu modul *DT-Sense* juga memiliki kelebihan lain, yaitu menyediakan jalur *output* bagi sensor jarak infra merah jenis *GP2D12*. Gambar sensor jarak ultrasonik *DT-Sense* tampak sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. DT-SENSE Ultrasonic and Infrared Ranger^[6]

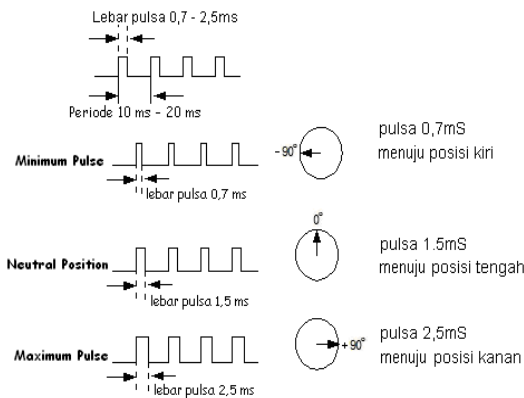
Pada *DT-Sense* terdapat 4 *pin*, yaitu *pin VCC*, *Ground*, *pin Pulsa*, dan *pin BUSY*. Pada *pin BUSY* akan bernilai *LOW* bila sensor masih sibuk dan akan bernilai *HIGH* apabila data sudah siap dibaca. Untuk memulai pengukuran jarak obyek, pertama-tama dikirimkan sinyal *trigger* pada *pin Pulsa* dengan lebar minimal 20 us, setelah itu selang waktu antara gelombang terkirim dan yang dipantulkan kembali dapat dibaca pada *pin Pulsa* juga. Kondisi ini dapat dilihat pada *timing diagram* sebagaimana disajikan pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Timing Diagram DT-SENSE Ultrasonic and Infrared Ranger

Motor Servo

Motor servo adalah motor yang putarannya dapat dikontrol dengan tepat karena dilengkapi dengan pengontrol posisi di dalamnya. Pada motor terdapat 3 *pin*, yaitu *VCC*, *Ground*, dan jalur data. Motor servo bekerja pada suplai tegangan berkisar antara 4 –6 *VDC*. Pada jalur data dikirimkan pulsa untuk menentukan posisi putaran motor. Lebar *high-level* pulsa yang diterima bervariasi antara 0,7 ms sampai dengan 2,5 ms, dengan periode pulsa antara 10 ms sampai 20 ms. Untuk memutar motor servo ke posisi 90° diperlukan pulsa dengan lebar *high-level* 1,5 ms, untuk ke posisi 0° diperlukan pulsa dengan lebar *high-level* 0,7 ms, dan untuk ke posisi 180° diperlukan pulsa dengan lebar *high-level* 2,5 ms. Untuk memutar motor servo ke sudut lainnya dapat menggunakan metode perbandingan sudut^[7]. *Timing diagram*-nya dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Bentuk dan Lebar Pulsa Untuk Menggerakkan Motor Servo

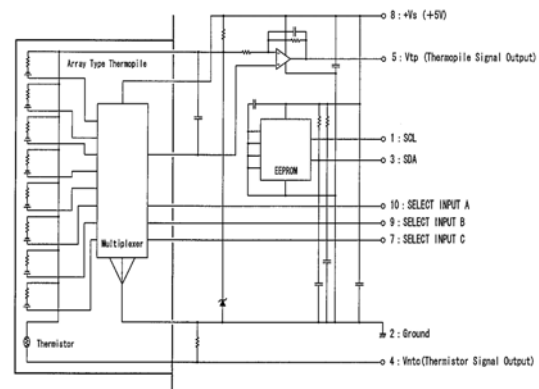
Thermopile Array (TPA) adalah sensor yang mampu mengukur suhu sebuah obyek. Prinsip dasar dari *TPA* adalah mengukur banyaknya pancaran radiasi sinar infra merah yang dikeluarkan oleh obyek. Dalam penggunaannya, *TPA* dilengkapi dengan *termistor* yang digunakan untuk mengukur suhu lingkungan di sekitar obyek.

TPA memiliki 8 elemen *thermopile* yang tersusun secara *linear*. Konfigurasi rangkaian dari sistem *TPA* disajikan pada Gambar 11.

Fungsi dari masing-masing *pin* adalah sebagai berikut:

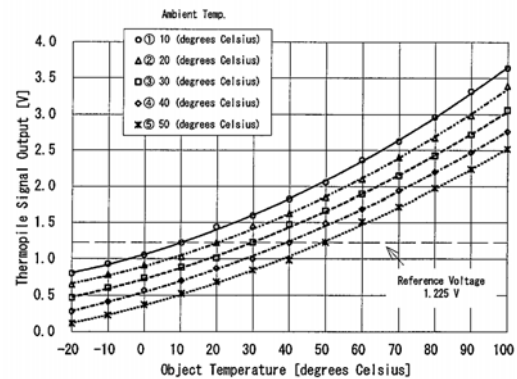
- *Vtp*: *pin output thermopile*
- *Select Input A/B/C*: sebagai selektor yang menentukan elemen *thermopile* mana dari 8 elemen yang akan dibaca *output*-nya.
- *SDA/SCL*: sebagai jalur keluaran *I2C interface*

- *Vntc*: sebagai jalur keluaran *termistor*

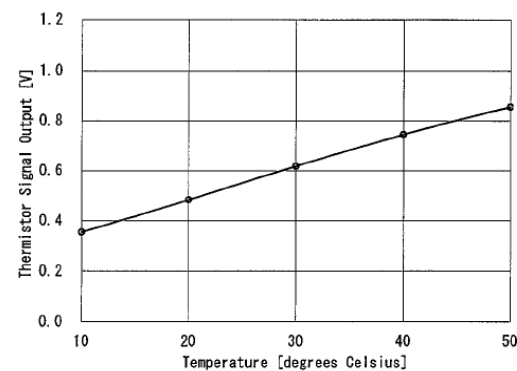


Gambar 11. Konfigurasi Rangkaian *TPA*^[8]

Output dari *thermopile* maupun *termistor* adalah tegangan analog. Grafik yang menggambarkan hubungan antara tegangan *output thermopile* dengan suhu obyek disajikan pada Gambar 12, sedangkan grafik hubungan antara tegangan *output termistor* dengan suhu lingkungan disajikan pada Gambar 13.



Gambar 12. Grafik Hubungan *Output Thermopile* Dengan Suhu Obyek^[8]

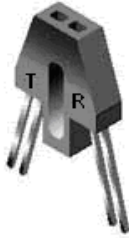


Gambar 13. Grafik Hubungan *Output Termistor* Dengan Suhu Lingkungan

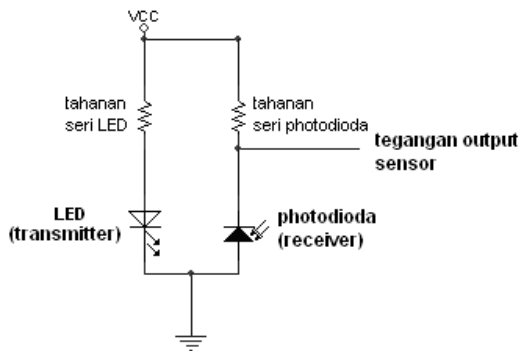
Fotodioda merupakan sebuah komponen elektronika yang peka terhadap cahaya. Fotodioda mempunyai sifat seperti saklar terbuka (hambatannya sangat besar) pada saat tidak terkena paparan cahaya. Sebaliknya, pada

saat fotodioda terkena cahaya, maka ia akan bersifat seperti saklar tertutup (hambatannya menjadi kecil).

Salah satu aplikasi dari fotodioda adalah sensor garis putih. Sensor garis putih adalah sensor yang mampu membedakan antara warna hitam (gelap) dan putih (terang). Sensor ini terdiri dari 2 bagian yaitu bagian *transmitter* berupa LED atau pemancar infra merah dan bagian *receiver* berupa fotodioda. Bentuk sensor garis putih disajikan pada Gambar 14, sedangkan gambar rangkaiannya disajikan pada Gambar 15.



Gambar 14. Bentuk Sensor Garis Putih



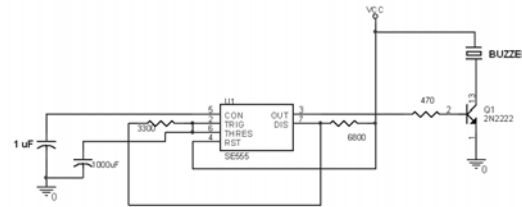
Gambar 15. Rangkaian Sensor Garis Putih

Pada sensor garis putih seperti tergambar pada Gambar 14 terdapat 4 *pin*. Dua *pin* yang berada pada posisi 'R' adalah kaki anoda dan katoda dari fotodioda, sedangkan 2 *pin* pada posisi 'T' adalah kaki anoda dan katoda dari pemancar infra merah. Penyambungan keempat kaki sensor tersebut adalah seperti rangkaian pada Gambar 15.

Pada saat sensor dihadapkan pada sebuah benda yang permukaannya berwarna putih pada jarak 2 cm, maka sebagian besar cahaya infra merah yang dipancarkan dari *transmitter* akan memantul kembali dan sinar pantulan tersebut akan mengenai fotodioda. Karena intensitas cahaya yang mengenai fotodioda cukup besar, maka hambatan fotodioda menjadi kecil (dianggap sebagai saklar tertutup) dan tegangan *output* sensor menjadi rendah (*low*). Sebaliknya jika benda tersebut berwarna hitam, maka hanya sedikit cahaya infra merah dari

transmitter yang memantul kembali dan mengenai fotodioda. Akibatnya hambatan fotodioda naik (dianggap sebagai saklar terbuka) dan nilai tegangan *output* sensor menjadi tinggi (*high*).

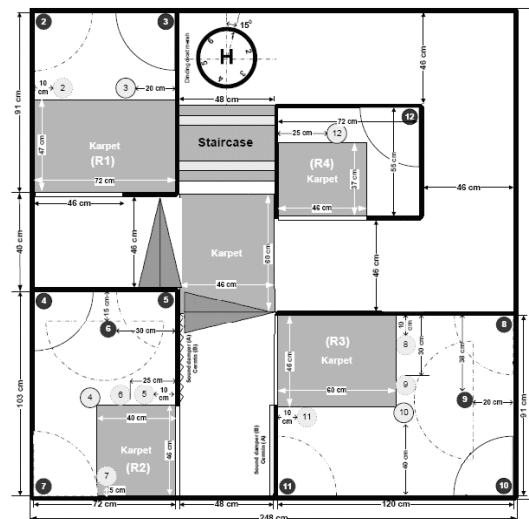
Beeper adalah benda yang harus dijatuhkan oleh robot di sekitar boneka. *Beeper* harus dapat berbunyi sesaat setelah dijatuhkan oleh robot dan bunyinya harus cukup keras untuk dapat didengar dari pinggir lapangan. Gambar rangkaian *beeper* disajikan pada Gambar 16.



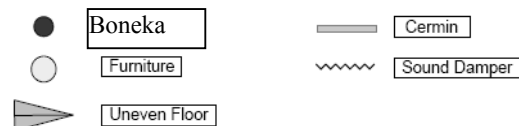
Gambar 16. Rangkaian Beeper

Rangkaian beeper menggunakan sebuah IC Timer 555 sebagai pembangkit pulsa dan buzzer 5 Volt untuk mengeluarkan bunyi. Tegangan *Vcc* rangkaian disuplai oleh baterai Maxell CR2032 3 Volt.

Aturan pertandingan yang dipakai mengikuti aturan-aturan yang digunakan dalam Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI) 2008. Bentuk dan konfigurasi lapangan yang disajikan pada Gambar 17.



Keterangan :

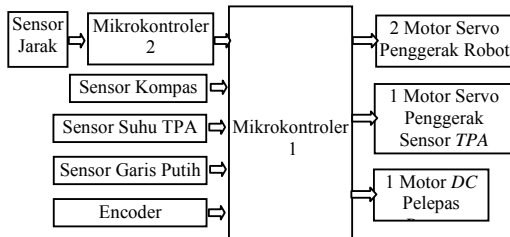


Gambar 17. Konfigurasi Lapangan^[9]

METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian dibahas mengenai pengantar perancangan dan pembuatan alat, perancangan konstruksi mekanik, perancangan rangkaian elektronika, dan strategi pertandingan dan algoritma gerak robot di lapangan.

Perancangan dan pembuatan alat secara keseluruhan disajikan pada blok diagram alat berikut.



Gambar 18. Blok Diagram Alat Robot Beroda Pencari Boneka

Robot menggunakan sensor jarak untuk mendeteksi jarak dinding dan obyek lainnya seperti *furniture* dan boneka. Sensor kompas digunakan untuk mengetahui orientasi robot dan digunakan saat robot akan berputar ke sudut tertentu. Sensor suhu *TPA* digunakan untuk mendeteksi keberadaan boneka dengan mendeteksi panas yang dipancarkan oleh lampu pijar di samping boneka. Sensor garis putih digunakan untuk mendeteksi garis putih di lapangan. *Encoder* dipakai untuk menghitung jumlah putaran roda.

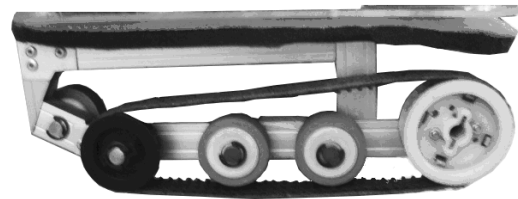
Robot menggunakan 2 buah motor servo sebagai penggerak (motor kiri dan motor kanan). Selain itu, terdapat satu buah motor servo yang digunakan untuk memutar arah sensor suhu *TPA* dan sebuah motor *DC* yang dipakai dalam sistem pelepas *beeper*.

Perancangan konstruksi mekanik dari robot beroda diawali terlebih dahulu dengan merancang sistem penggerak robot. Robot digerakkan dengan menggunakan 2 buah motor servo. Kedua motor tersebut akan dipasang pada kerangka robot yang terbuat dari aluminium dan akrilik. Gambar konstruksi rangka robot bagian tampak bawah dan tampak samping disajikan pada Gambar 19 dan Gambar 20.

Bodi robot memiliki dimensi panjang, lebar, dan tinggi yaitu 29 cm x 22 cm x 20 cm. Pada bodi robot bagian bawah diletakkan 2 buah aki kering dan rangkaian regulator 5 *Volt*. Pada motor servo terpasang sensor infra merah dan fotodioda, di samping itu terdapat stiker hitam-putih yang ditempelkan pada roda untuk membuat sistem *encoder* (pencacah putaran roda).



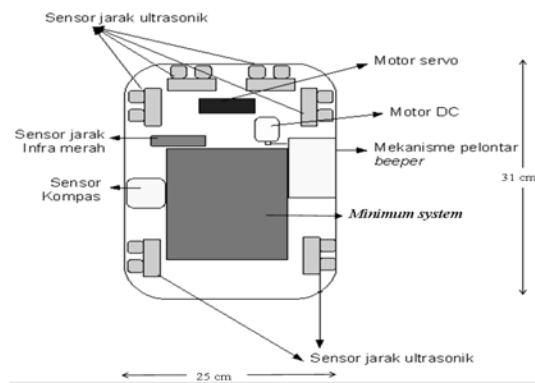
Gambar 19. Konstruksi Mekanik Robot Tampak Bawah



Gambar 20. Konstruksi Mekanik Robot Tampak Samping

Sensor-sensor dan rangkaian-rangkaian elektronik pendukung robot dipasang di atas akrilik yang kemudian akan diletakkan di atas bodi bawah robot. Ukuran akrilik beserta posisi pemasangan sensor-sensor dan rangkaian elektronik dapat dilihat pada Gambar 21. Pada robot akan terpasang 7 buah sensor jarak, masing-masing 2 buah di samping kiri-kanan, 2 buah menghadap ke depan, dan 1 sensor menghadap ke belakang.

Di bagian tengah terdapat *minimum system AVR* dan sensor kompas, serta mekanisme pelontar *beeper*. Mekanisme pelontar *beeper* terdiri dari sebuah akrilik penahan *beeper* dan pengait dan sebuah motor *DC* yang digunakan untuk melepas pengait. Pada saat motor *DC* dijalankan, pengait akan tertarik lepas dan *beeper* akan jatuh dari robot.

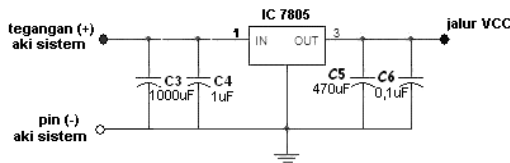


Gambar 21. Ukuran Akrilik dan Penempatan Rangkaian serta Sensor

Minimum system yang digunakan pada robot adalah *DT-PROTO* produksi *Innovative Electronics* yang memiliki spesifikasi dan fitur sebagai berikut:

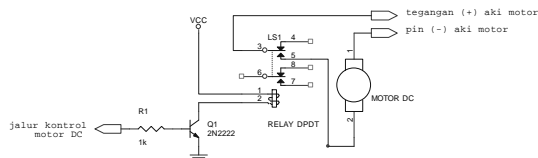
- Terdapat *crystal* sebagai pembangkit sinyal *clock* dengan frekuensi 4 MHz;
- Terdapat rangkaian *pe-reset* mikrokontroler;
- Built-in* rangkaian *Voltage Regulator 5 Volt*;
- Mikrokontroler dapat dipogram secara *In-System Self-Programming(ISP)*;
- Terdapat jalur komunikasi serial dengan konektor *RJ-11*.

Rangkaian *voltage regulator 5 Volt* terdiri dari sebuah *IC Regulator 7805* dan beberapa kapasitor untuk menstabilkan tegangan. *Input* dari *IC 7805* adalah tegangan 6 Volt yang diambil langsung dari aki, sedangkan *output*-nya adalah tegangan suplai 5 Volt bagi rangkaian-rangkaian lain dalam sistem. Gambar rangkaiannya disajikan pada Gambar 22 berikut.



Gambar 22. Rangkaian *Voltage Regulator 5 Volt*

Rangkaian *driver motor DC* merupakan rangkaian yang akan memutar motor *DC* dengan sinyal *input* dari *pin* mikrokontroler. Rangkaian ini menggunakan sebuah *relay 5 Volt* dan sebuah transistor *NPN*. Gambar rangkaiannya disajikan pada Gambar 23 berikut.

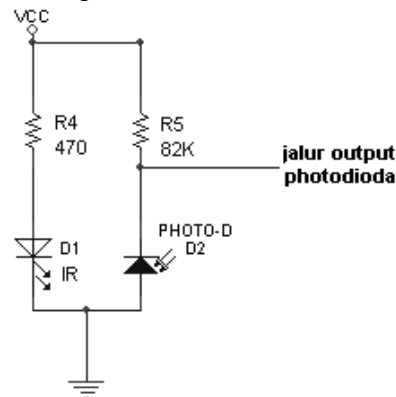


Gambar 23. Rangkaian *Driver Motor DC*

Jalur kontrol motor *DC* terhubung ke sebuah *pin* mikrokontroler. Pada saat *pin* tersebut bernilai *high*, maka transistor akan aktif (*short*), kumparan pada *relay* akan aktif menarik *switch*, sehingga motor mendapat tegangan *DC* dan kemudian berputar. Pada saat *pin* mikrokontroler bernilai *low*, maka transistor tidak aktif (*open*), kumparan pada

relay tidak aktif dan posisi *switch* menjadi terbuka, akibatnya motor berhenti berputar.

Rangkaian sensor garis putih digunakan untuk mendeteksi garis putih yang ditempel di atas lapangan, selain itu juga digunakan dalam pembuatan sistem *encoder* (penghitung jumlah putaran roda). Sensor garis putih pada robot menggunakan infra merah sebagai pemancar dan fotodioda sebagai penerima. Rangkaian sensor garis putih disajikan pada Gambar 24 adalah sebagai berikut:



Gambar 24. Rangkaian Sensor Garis Putih

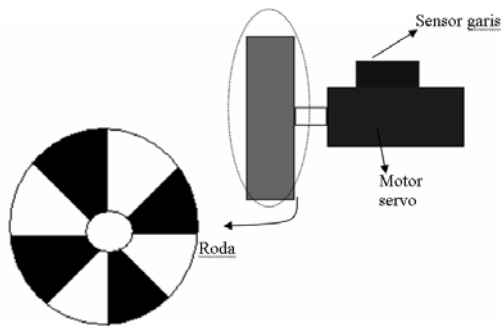
Nilai hambatan yang dipasang seri dengan pemancar infra merah adalah 470 Ω . Dengan demikian arus listrik yang mengalir pada pemancar adalah $I = 6,38 \text{ mA}$, dengan penurunan tegangan pada pemancar infra merah adalah 2 Volt. Nilai hambatan yang dipasang bisa saja lebih kecil daripada 470 Ω , sehingga konsumsi arus lebih besar dan cahaya yang dipancarkan lebih terang. Akan tetapi penggunaan hambatan yang terlalu kecil akan memperbesar kemungkinan pemancar infra merah menjadi rusak akibat arus berlebih.

Nilai hambatan yang dipasang seri dengan fotodioda adalah 82 K Ω . Nilai hambatan seri ini diusahakan jauh lebih besar dibandingkan hambatan dalam fotodioda, sehingga pada saat fotodioda aktif (fotodioda dianggap saklar tertutup) tegangan *output* fotodioda yang terjadi menjadi kecil sekali mendekati nol. Apabila nilai hambatan terlalu kecil, maka simpangan tegangan *output* sensor yang terjadi antara saat sensor membaca daerah berwarna putih dengan saat membaca daerah berwarna hitam tidak besar dan hal itu akan menyulitkan *setting* rangkaian komparator selanjutnya dan sensor akan rentan *error* karena banyaknya *noise* di lapangan.

Aplikasi sensor garis putih pada robot adalah sensor pendeteksi garis putih lapangan dan *encoder*. Untuk membuat sensor pendeteksi garis putih lapangan, sensor garis ditempelkan

pada bodi robot bagian bawah dengan arah orientasinya menghadap ke bawah. Jarak sensor dengan lantai adalah sekitar 2 cm.

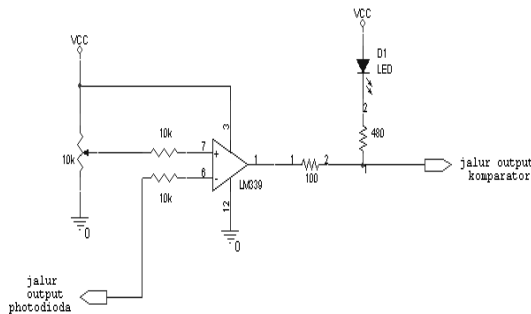
Untuk membuat sistem *encoder*, sensor garis ditempelkan pada motor penggerak dengan arah orientasinya menghadap ke roda. Pada roda ditempel stiker putih pada bagian-bagian tertentu sedemikian, sehingga pada roda terbentuk pola hitam-putih. Pada saat roda berputar, sensor akan membaca daerah hitam dan putih secara bergantian, sehingga tegangan *output* akan naik turun mengikuti pola pada roda. Gambar sistem *encoder* disajikan pada Gambar 25.



Gambar 25. Sistem Encoder

Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator pada robot berfungsi untuk mengubah data tegangan *output* sensor garis putih menjadi data digital. Gambar rangkaian komparator disajikan pada Gambar 26 sebagai berikut:



Gambar 26. Rangkaian Komparator

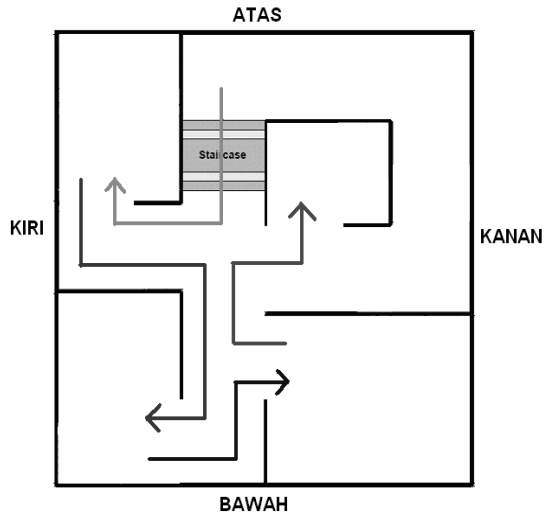
Tegangan keluaran fotodiode masuk ke komparator kemudian akan dibandingkan nilai tegangannya dengan sebuah tegangan referensi yang didapat dari variabel resistor. Apabila tegangan keluaran fotodiode lebih kecil daripada tegangan referensi, maka *output* komparator bernilai *high*, sebaliknya bila tegangan keluaran lebih besar daripada tegangan referensi, maka *output* komparator adalah *low*.

Output dari komparator terhubung dengan resistor yang kemudian akan masuk ke sebuah *pin input* mikrokontroler. Untuk

memudahkan pengecekan rangkaian, pada *output* komparator dihubungkan sebuah *LED* (lihat gambar). *LED* akan menyala pada saat *output* komparator bernilai *low* dan padam saat *output* komparator bernilai *high*.

Strategi Pertandingan dan Algoritma Gerak Robot di Lapangan

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai strategi pertandingan dan algoritma gerak robot dalam pertandingan. Gambar lapangan dan jalur yang akan dilewati oleh robot dalam mencari boneka disajikan pada Gambar 27 berikut.



Gambar 27. Algoritma Gerak Robot di Lapangan

Pada saat *start* robot akan berputar menghadap ke arah bawah dengan bantuan sensor kompas, kemudian berjalan menyusuri lorong dengan metode *wall following* kiri. Robot akan terus berjalan sampai sensor jarak sebelah kanan-belakang tidak lagi mendeteksi keberadaan dinding. Setelah itu, robot berputar ke arah kiri dan kemudian maju lurus ke depan sampai sensor jarak bagian depan mendeteksi adanya dinding pada jarak sekitar 15 cm. Setelah itu, robot berputar ke arah atas dan maju ke depan sampai sensor garis putih mendeteksi adanya garis putih.

Pada posisi ini robot akan mulai mengikuti algoritma di dalam ruang 1. Apabila robot tidak mendeteksi keberadaan boneka pada ruang 1, maka robot keluar dari ruang 1 kemudian berputar ke arah kanan dan maju dengan metode *wall following* kanan sampai sensor jarak bagian kanan belakang tidak mendeteksi dinding. Robot akan berputar ke arah bawah kemudian maju sampai sensor jarak bagian kanan depan mendeteksi dinding. Selanjutnya robot berjalan dengan metode *wall following* kanan sampai dinding sebelah bawah

berjarak kurang dari 15 cm dari robot. Robot berputar ke arah kiri dan kemudian maju sampai sensor garis putih mendeteksi garis putih. Langkah selanjutnya adalah mencari boneka di ruang 2 dengan algoritma di dalam ruang 2.

Apabila robot tidak menemukan boneka dalam ruang 2, maka robot keluar dari ruang 2 untuk menuju ruang 3. Robot maju sampai mendekati dinding kemudian berputar ke arah atas. Robot kemudian maju dengan metode *wall following* kanan sampai sensor jarak sebelah kanan belakang tidak lagi terdeteksi. Setelah itu, robot berputar ke arah kanan dan maju sampai sensor garis putih mendeteksi garis putih. Robot akan mulai menjalankan algoritma ruang 3, apabila tidak ditemukan adanya boneka, maka robot keluar dari ruang 3 dan berjalan menuju ruang 4. Di ruang 4 robot akan *scanning* boneka pada posisi 12. Apabila masih tidak ditemukan boneka, maka robot kembali ke ruang 1 untuk memulai pencarian lagi dari awal.

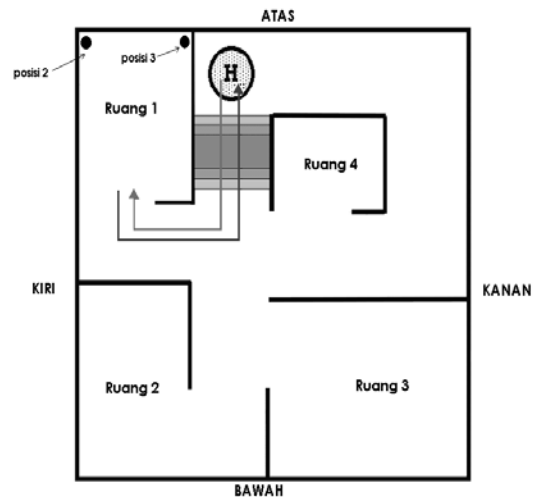
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pengujian robot dalam menjalankan tugas di lapangan yang sesungguhnya. Hal-hal yang akan diperhatikan dalam pengujian ini adalah keberhasilan robot menemukan boneka, tergeser atau tidaknya *furniture* saat robot menemukan boneka, waktu yang dibutuhkan oleh robot untuk menemukan boneka, dan keberhasilan robot untuk pulang kembali ke *HOME*. Robot dikatakan berhasil menemukan boneka apabila berhasil menjatuhkan *beeper* pada jarak maksimal 30 cm dari boneka. Robot dikatakan berhasil pulang kembali ke *HOME* apabila robot berhasil kembali ke *HOME* setelah menemukan boneka dalam waktu maksimal 5 menit setelah robot dinyalakan. Pengujian yang dilakukan akan dibagi menjadi 4 bagian, yaitu pengujian robot dalam menemukan boneka di ruang 1, ruang 2, ruang 3, dan ruang 4.

Pengujian yang pertama adalah pengujian keberhasilan robot dalam menemukan boneka di ruang 1. Gambar jalur yang akan dilewati robot adalah sebagaimana disajikan pada Gambar 28.

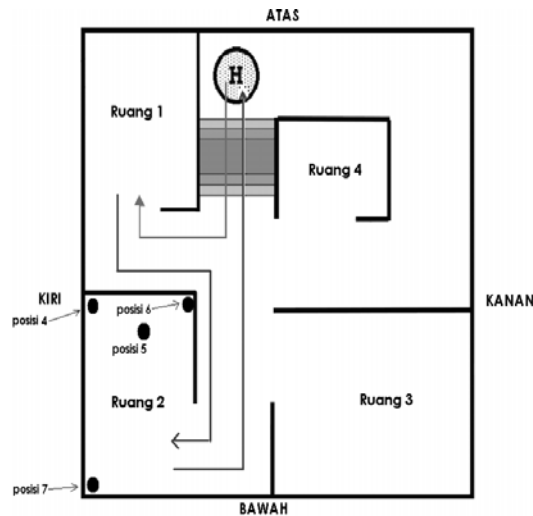
Pada pengujian pertama untuk posisi 2, robot gagal menemukan boneka karena sensor suhu *TPA* gagal mendeteksi panas lampu pijar

(lampu pijar belum panas). Pada pengujian selanjutnya robot berhasil menemukan boneka dan pulang kembali ke *HOME*.



Gambar 28. Pengujian Robot Menemukan Boneka di Ruang 1

Pengujian yang kedua adalah pengujian keberhasilan robot dalam menemukan boneka di ruang 2. Gambar jalur yang akan dilewati robot adalah sebagaimana disajikan pada Gambar 29.



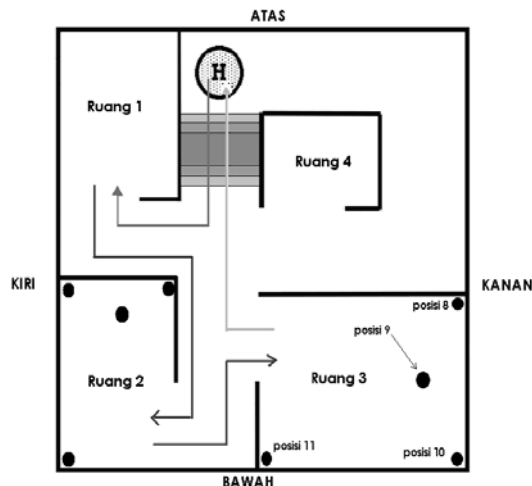
Gambar 29. Pengujian Robot Menemukan Boneka di Ruang 2

Pada pengujian robot untuk menemukan boneka di ruang 2, robot mampu menyelesaikan semua tugas. Untuk pengujian pencarian boneka pada posisi 7, robot menggeser *furniture* karena kurang tepat dalam membelok (sensor kompas terpengaruh medan magnet dari luar).

Pengujian yang ketiga adalah pengujian keberhasilan robot dalam menemukan boneka

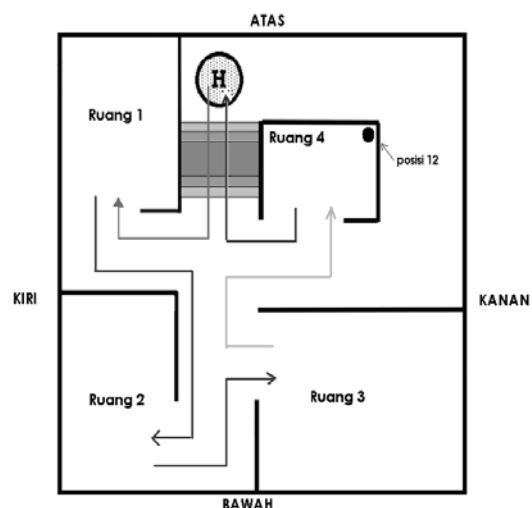
di ruang 3. Gambar jalur yang akan dilewati robot adalah sebagaimana disajikan pada Gambar 30.

Pada pengujian ini, robot mampu menyelesaikan tugasnya pada keempat posisi dan pulang kembali ke *HOME*.



Gambar 30. Pengujian Robot Menemukan Boneka di Ruang 3

Pengujian yang terakhir adalah pengujian keberhasilan robot dalam menemukan boneka di ruang 4. Gambar jalur yang akan dilewati robot adalah sebagaimana disajikan pada Gambar 31.



Gambar 31. Pengujian Robot Menemukan Boneka di Ruang 4

Pada pengujian ini, robot mampu menyelesaikan tugas menemukan boneka dan menjatuhkan *beeper*, namun robot gagal melewati *furniture* dengan sempurna. Hal ini karena ukuran ruang 4 terlalu kecil sehingga robot kesulitan untuk bernavigasi menghindari *furniture*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah proses pembuatan dan pengujian robot beroda pencari boneka adalah sebagai berikut:

1. Robot mampu menemukan boneka dan kembali ke *HOME* dalam waktu kurang daripada 5 menit. Waktu tercepat dicapai pada saat boneka berada pada posisi 2, yaitu 75 detik. Waktu terlama dicapai pada saat boneka berada pada posisi 12, yaitu 243 detik;
2. Penggunaan sensor kompas sebagai alat bantu navigasi robot sangat rawan terganggu oleh medan magnet dari luar. Hal ini terlihat dari data *output* sensor kompas saat pengujian (*output* yang terbaca berubah cukup jauh untuk pembacaan sudut yang sama);
3. Kelemahan dari penggunaan sensor suhu *TPA* sebagai sensor pencari boneka adalah tidak mampu mendeteksi panas lampu pijar apabila lampu tersebut baru dinyalakan, sehingga belum panas. Untuk mengatasi kelemahan di atas, maka robot harus dijalankan paling cepat sekitar 1 menit setelah lampu pijar dinyalakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, *Atmel ATmega32 Datasheet*, http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf, Diakses 1 Pebruari 2008
- [2] Anonim, *Atmel ATmega8535 datasheet*, http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2502.pdf, Diakses 8 Pebruari 2008
- [3] Anonim, *CMPS03 – Robot Compass Module*, <http://www.robot-electronics.co.uk/htm/cms3doc.shtml>, Diakses 8 Pebruari 2008
- [4] Anonim, *SRF04 - Ultra-Sonic Ranger*, http://www.inertialsolutions.us/pdf_files/devantech-srf04-tech.pdf, Diakses 8 Pebruari 2008
- [5] Anonim, *DT-PROTO 40 pin PIC*, http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/manual/40%20Pin%20PIC.pdf, Diakses 15 Pebruari 2008
- [6] Anonim, *DT-SENSE UltraSonic and InfraRed Ranger (USIRR)*, [http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/manual/USIRR%20\(manual\).pdf](http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/manual/USIRR%20(manual).pdf), Diakses 15 Pebruari 2008

- [7] Anonim, *Actuators - Servos*,
[http://www.societyofrobots.com/
actuatorsservos.shtml/digitalanalogservos](http://www.societyofrobots.com/actuatorsservos.shtml/digitalanalogservos),
Diakses 21 Pebruari 2008
- [8] Anonim, *Thermopile Infrared Sensor Unit*.
[http://www.nicera.co.jp/pro/ip/html_e/ip2e.
htm](http://www.nicera.co.jp/pro/ip/html_e/ip2e.htm), Diakses 21 Pebruari 2008
- [9] Panitia KRCI, *Buku Panduan Peraturan
Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI)*
Panitia KRCI, 2008